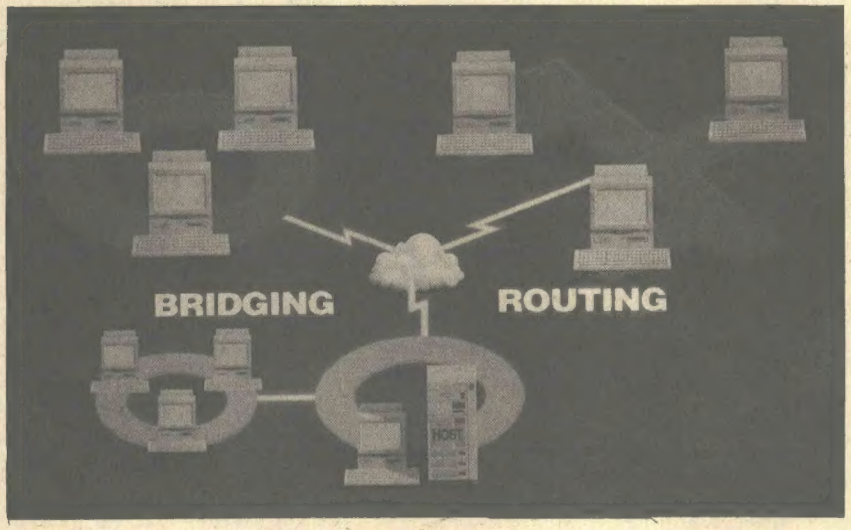
สาทิพย์ กองจันทรา

เรียนรู้การใช้งาน อุปกรณ์เครือข่าย (Network Devices)



ทำความเข้าใจกับกรรมวิธีการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายในระบบคอมพิวเตอร์ของคุณ ๆ

ระบบเครือข่าย (Network System) ในปัจจุบันเป็นคำที่พูดกันมาก โดยเฉพาะในแวดวงของธุรกิจไอทีแล้ว (IT:Information Technology) ไม่ว่าบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานราชการต่างก็มีความตื่นตัวจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อมารองรับระบบคอมพิวเตอร์ของตน ซึ่งในแต่ละปีจะมีเงินหมุนเวียนในธุรกิจนี้มากกว่าพันล้านบาทต่อปี โดยเฉพาะในช่วงปีที่ผ่านมานี้แทบถือว่าเป็นปีแห่งการสารสนเทศของไทย

แต่การที่จะทำระบบเครือข่ายขึ้นมาให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเงินลงทุนนั้นไม่ใช่สิ่งที่ง่ายนัก เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มีมากมายหลายชนิดสลับซับซ้อนยากต่อการเข้าใจ จึงเป็นการเสี่ยงอย่างมากที่จะใช้อุปกรณ์โดยที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในตัวอุปกรณ์อย่างเพียงพอ เพราะถ้าเมื่อไรมีการใช้งานเกินขีดมาตรฐานของเครื่องหรือระบบแล้ว ก็จะนำมาซึ่งความเสียหายแก่ระบบเครือข่ายของหน่วยงานเป็นอย่างมาก หรือในทางกลับกัน ถ้าซื้ออุปกรณ์เครือข่ายคุณภาพสูงแต่นำมาใช้งานได้ไม่เต็มที่ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายของแผนกคอมพิวเตอร์สูงเกินกว่าประโยชน์ที่ได้รับ

ดังนั้นเพื่อให้ได้ระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการเรียนรู้และเข้าใจระบบเครือข่ายอย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะได้ระบบเครือข่ายที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพต่อหน่วยงานอย่างสมบูรณ์

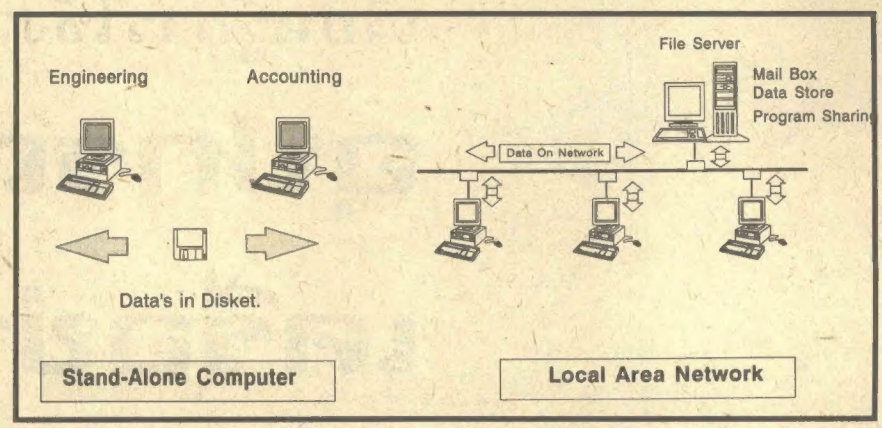
จริง ๆ แล้วอุปกรณ์เครือข่ายหลายต่อหลายคนอาจคุ้นเคยอยู่บ้าง แต่คงจะปฏิเสธไม่ได้ว่ามีน้อยคนนักที่จะพูดถึงหลักการทำงานที่แท้จริงของอุปกรณ์ ซึ่งจริง ๆ แล้วสิ่งเหล่านี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยในการออกแบบระบบเครือข่ายเลยทีเดียว

สายสัญญาณกับเครือข่าย (Media Cable & Network)

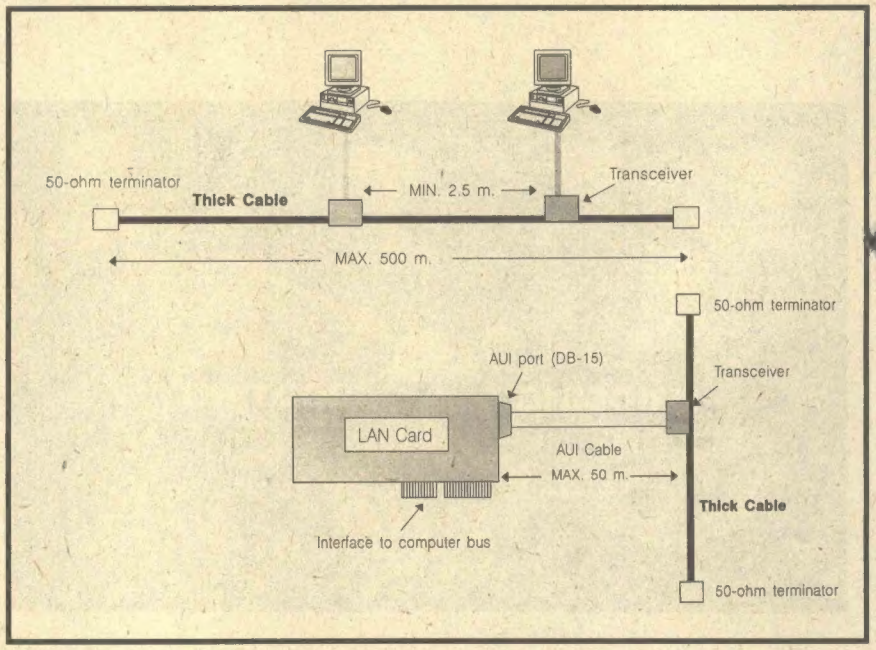
ถ้าจะอธิบายถึงระบบเครือข่ายให้เข้าใจอย่างคร่าว ๆ ก็คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้ทรัพยากรด้านข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน แทนที่เดิมจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (PC) 1 เครื่องต่อ 1 คน โดยที่เครื่องนั้นมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยความจำ (Memory) ที่มีขนาดจำนวนจำกัด แต่ระบบเครือข่ายจะแบ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เป็นกลุ่ม (Workgroup) โดยแต่ละกลุ่มจะมีเครื่อง Server หรือ Host ที่ให้บริการหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำขนาดใหญ่แก่เครื่องอื่น ๆ (Client หรือ Terminal) ทำให้สามารถใช้โปรแกรมต่าง ๆ รวมกันได้โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องใช้ และยังใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันผ่านระบบเครือข่ายได้อัตโนมัติ ซึ่งทำให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ดังเช่นในตัวอย่าง แต่ละแผนก (แผนกวิศวกรรมและแผนกบัญชี) ต่างก็มีโปรแกรมที่ใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้นถ้ามีความต้องการใช้โปรแกรมหรือข้อมูลข้ามแผนกจะต้องทำการเปลี่ยนเครื่องเปลี่ยนสถานที่ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นการไม่สะดวกอย่างยิ่งถ้าแผนกทั้งสองอยู่ไกลกันมาก แต่ในระบบเครือข่ายแล้วสามารถที่จะใช้โปรแกรมหรือข้อมูลข้ามแผนกได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสะดวกรวดเร็วกว่า

การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้นั้น มีโครงสร้างการทำงานที่นิยมในไทย 2 ระบบคือ



รูปที่ 1 Local Area Network



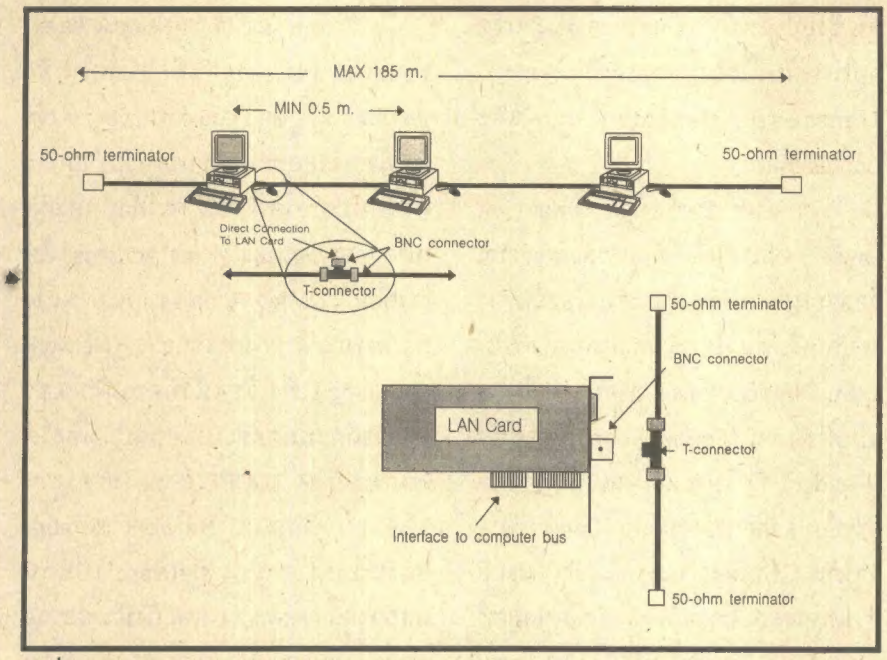
รูปที่ 2 Thick Cable

ระบบอีเธอร์เนต และระบบ FDDI ส่วนระบบโทเก้นริงนั้นพอมีอยู่บ้างแต่ใช้เฉพาะบริษัทที่ใช้อุปกรณ์ของ IBM อย่างไรก็ตาม ระบบมาตรฐานต่าง ๆ นั้นมีลักษณะเหมือนกันคือ ต้องอาศัยตัวกลางสายสัญญาณ (Media) เป็นเส้นทางของข้อมูลที่ติดต่อถึงกัน โดยสายสัญญาณหรือสายเคเบิลนี้แบ่งตามลักษณะการต่อเชื่อมของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

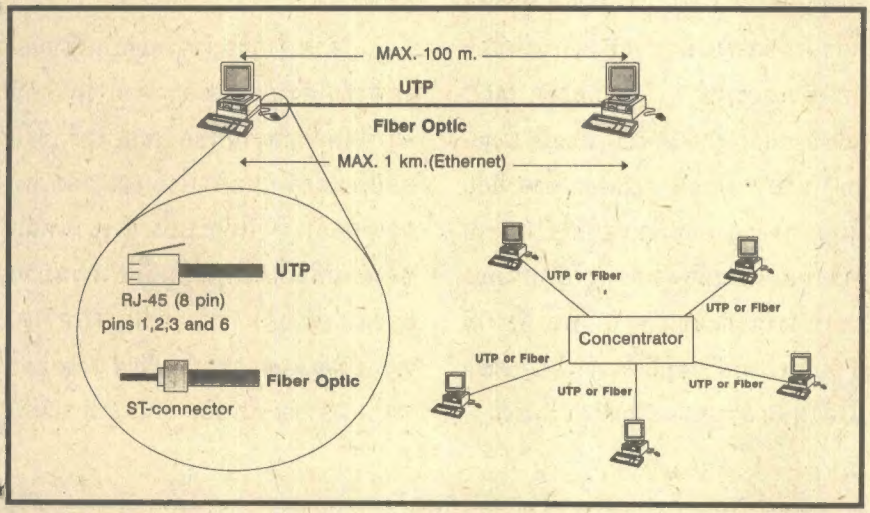
1. ลักษณะการต่อเชื่อมแบบบัส (Bus Topology)

เป็นลักษณะการต่อแบบอนุกรมต่อเนื่องกันไป โดยมีสายสัญญาณที่นิยมใช้อยู่ 2 ชนิด คือ

1.1 Thick Cable หรือ Thicknet เป็นสายสัญญาณ RG-8 (RG:Radio Grade) ของระบบอีเธอร์เนต ตามมาตรฐาน 10Base_5 และมาตรฐาน IEEE



รูปที่ 3 Thin Cable



รูปที่ 4 UTP and Fiber Optic Cable

802.3 สามารถต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะอนุกรมได้ 100 เครื่องต่อความยาวของสายสูงสุด 500 เมตร โดยทั่วไปแล้วลักษณะของสายเคเบิลจะเป็นสีเหลือง มีจุดปลาย (Terminator) 2 ข้าง โดยมีค่าความต้านทาน 50 ohm และมีแถบดำเป็นสัญลักษณ์ให้เครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมกับระบบเครือข่าย (ผ่าน Transceiver) ทุกระยะ 2.5 เมตร

1.2 Thin Cable หรือ Thinnet เป็นสายสัญญาณ RG-58 A/U หรือ C/U บนระบบอีเธอร์เนต ตามมาตรฐาน 10Base_2 และมาตรฐาน IEEE 802.3a มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นสายสีดำ มีจุดปลาย (Terminator) 2 ข้าง ขนาด 50 ohm เช่นเดียวกับสาย Thick Cable แต่ขนาดของสายจะเล็กและยืดหยุ่นกว่า การเชื่อมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะใช้ทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร ผ่านหัวต่อที่เรียกว่า BNC Connector และ T Connector ซึ่ง Thin Cable นี้สามารถต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 30 เครื่อง ที่ระยะสูงสุด 185 เมตร ดังรูปที่ 3

2. ลักษณะการต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point)

มีสายสัญญาณด้วยกัน 2 ชนิดคือ UTP/STP และ Fiber Obtic ซึ่งสามารถต่อเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 2 เครื่องต่อ 1 เส้นเคเบิล สำหรับการต่อเชื่อมหลาย ๆ เครื่องนั้นจะมีตัวกลางที่รองรับหรือกระจายสายออกไปอีกที (Concentrator) และต่อในลักษณะที่เรียกว่าสตาร์ (Star Topology) ดังรูปที่ 4

2.1 UTP/STP (Unshield/Shield Twisted Pair) เป็นสายทองแดงตีเกลียว 22-26 AWG ตามมาตรฐาน 10Base-T ของระบบอีเธอร์เนต และมาตรฐาน IEEE 802.3i ซึ่งสามารถต่อเชื่อมระหว่างจุดต่อจุดได้สูงสุด 100 เมตร

2.2 Fiber Optic มีด้วยกัน 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ Multimode และ Singlemode โดยที่ชนิด Multimode นั้นจะใช้กับระบบอีเธอร์เนตได้ในระยะทาง 1 กิโลเมตร และระบบ FDDI ได้ระยะทาง 2 กิโลเมตร ส่วนชนิด Singlemode นั้นใช้กับระบบ FDDI ได้ถึง 40 กิโลเมตร

มาตรฐาน OSI-7layer กับอุปกรณ์เครือข่าย

นอกจากสายสัญญาณเคเบิลที่ต้องใช้ในระบบเครือข่ายแล้ว การที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมาก ๆ มาต่อ

เชื่อมและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันภายใต้โครงสร้างของระบบมาตรฐานต่าง ๆ (อีเธอร์เนต โทเก้นริง และ FDDI) นั้น จะต้องอาศัยอุปกรณ์ชนิดอื่นเข้าช่วย ซึ่งยังมีมากมายหลายชนิด เช่น Transceiver, LAN Card, Repeater, Hub, Concentrator, Bridge, Ethernet Switch และ Router เป็นต้น

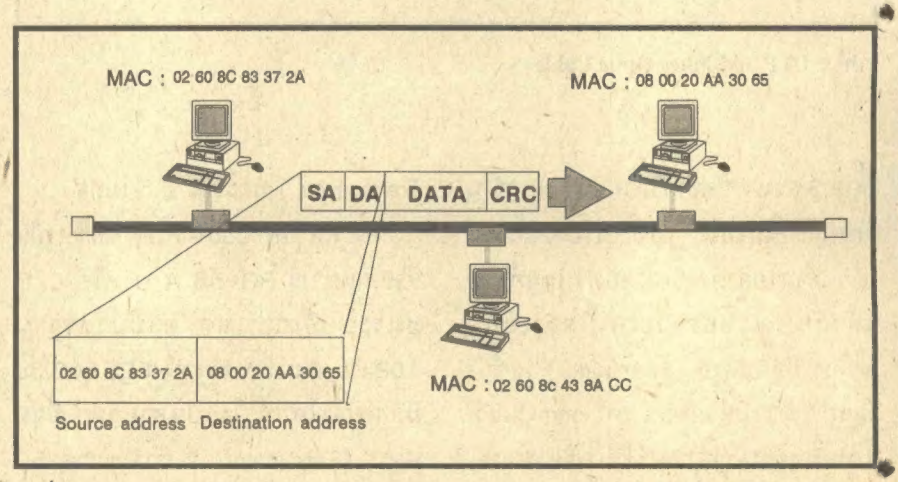
แต่การที่จะเข้าใจอุปกรณ์เหล่านั้นได้ดีจำเป็นจะต้องมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจกับมาตรฐาน OSI-7layer ก่อน เพราะมาตรฐานนี้เปรียบเสมือนกฎเกณฑ์แผนแม่บทที่ให้มาตรฐานต่าง ๆ ทางระบบเครือข่ายที่จะมีขึ้นมาต้องเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดซึ่งมีด้วยกัน 7 ระดับ ตั้งแต่ระดับล่าง (Physical Layer) ที่อธิบายด้านฮาร์ดแวร์ จนถึงระดับบนสุด (Application Layer) ที่อธิบายถึงระบบโปรแกรมหน้าจอผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์เครือข่ายจัดอยู่ในอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนใหญ่จะมีขอบเขตฟังก์ชันการทำงานอยู่ในระดับที่ 1, 2 และ 3 ส่วนในระดับที่สูงขึ้นไป (ระดับที่ 4, 5, 6 และ 7) จะมีขอบเขตทางด้านซอฟต์แวร์ (Software) และในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะระดับที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครือข่ายดังนี้

ระดับที่ 1 เรียกว่า Physical Layer: เป็นขอบเขตมาตรฐานอธิบายถึงสัญญาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ ของระบบเครือข่าย อาทิ เช่น ค่าระดับของ Votage, ค่ากระแสไฟ (Current) เป็นต้น นอกจากนั้นยังรวมถึงมาตรฐานลักษณะสัญญาณของสายสื่อสัญญาณต่าง ๆ เช่น มาตรฐานสายเคเบิล (UTP, Thin, Thick และ Fiber Optic) มาตรฐานสัญญาณ หรือสัญญาณอินเตอร์เฟส (Interface Signal) เช่น V.35, RS449, RS232 และ AUI-Signal เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เครือข่ายที่มีการทำงานจัดอยู่ในระดับนี้ได้แก่ สายเคเบิลต่าง ๆ , Transceiver, Repeater, Hub และ Concentrater

ระดับที่ 2 เรียกว่า Data Link Layer : อธิบายฟังก์ชันการส่งสัญญาณสื่อสารระหว่างเครื่องในระดับเบื้องต้นของระบบเครือข่าย โดยนำสัญญาณไฟฟ้าในระดับ Physical Layer มาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่ชัดเจน (Format Form) มีส่วนหัว (Header) ที่อธิบายและควบคุมการสื่อสารข้อมูล มีส่วนของข้อมูล (Data) ที่สื่อสารกัน (เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า) และมีส่วนตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่ส่งนั้น (CRC) นอกจากนี้ Data link Layer ยังอธิบายถึงกฎมาตรฐานการติดต่อสื่อสารกันของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้รหัสทางตัวเลขเป็นตัวอ้างอิงแทนเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ๆ มีชื่อเรียกว่า MAC Address (MAC : Media Access Control) หรือ Physical Address ซึ่งจะมีอยู่ในทุก ๆ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบเครือข่าย โดยรหัสตัวเลขนี้ถูกกำหนดมาจากโรงงานและมีขนาด 6 ไบต์ ดังรูปที่ 5 อุปกรณ์เครือข่ายที่มีฟังก์ชันในขอบเขตนี้ได้แก่ Bridge และ Ethernet Switch

ระดับที่ 3 เรียกว่า Network Layer: เป็นขอบเขตมาตรฐานที่อธิบายในเชิงของลอจิกมากขึ้น (Logical Layer) ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบระบบเครือข่ายและควบคุมระบบได้ดี เช่น การกำหนดรหัสเครื่องคอมพิวเตอร์ (Host Address) ให้ง่ายขึ้นกว่า MAC Address และการแบ่งกลุ่มทางลอจิกของการสื่อสาร (Network Grouping) ซึ่งเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์สามารถกำหนดและเปลี่ยนแปลงเองได้ เช่น ระบบ IP_ADDRESS ของมาตรฐาน TCP/IP หรือระบบ Network Number ของระบบมาตรฐาน Netware เป็นต้น นอกจากนี้ Network Layer ยังมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูลในเชิงลอจิก ซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลสื่อสารมีความถูกต้องมากขึ้น

ด้วยฟังก์ชันส่วนใหญ่เป็นเชิงลอจิก จึงทำให้ง่ายและสะดวกต่อการควบคุมการติดต่อสื่อสารกันของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ทำให้ระบบมาตรฐานหลักของคอมพิวเตอร์ในระดับนี้มีจำนวนมากและแตกต่างกัน เช่น ระบบTCP/IP, ระบบ Netware, ระบบ Apple Talk และระบบ Decnet เป็นต้น ดังนั้นอุปกรณ์ที่มี



รูปที่ 5 Data Link Connection

ฟังก์ชันการทำงานในระดับนี้จึงมีความสลับซับซ้อน เช่น Router รวมทั้งมีความยุ่งยากเป็นอย่างมากที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ Router ได้เป็นอย่างดี

การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เครือข่าย

1. Transceiver

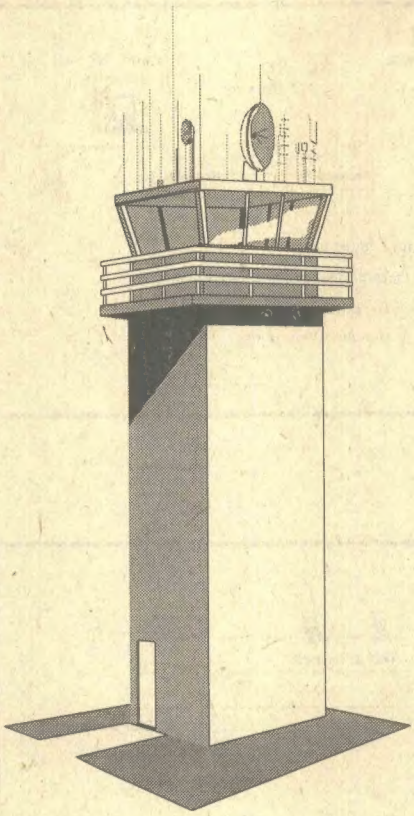
Transceiver เป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่มีใช้กันแทบทุกบริษัท เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากสายเคเบิลชนิดต่าง ๆ ของระบบอีเธอร์เนตชนิดต่าง ๆ เป็นสัญญาณ AUI (Attachment Unit Interface) ผ่านแลนการ์ดเข้าสู่สัญญาณคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถจำแนกตามชนิดของสายเคเบิลบนระบบอีเธอร์เนตได้ดังนี้

1.1 Thick Transceiver จะแปลงสัญญาณจากสาย Thick Ethernet (Vampire Tap) เป็นสัญญาณ AUI ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะโทโปโลยีแบบบัส (Bus Topology)

1.2 Thin Transceiver คล้ายกับ Thick Transceiver คือมีพอร์ตที่ใช้ต่อกับสาย Thin Ethernet (BNC-Connector) และอีกด้านเป็นพอร์ต AUI

1.3 UTP Transceiver ใช้ต่อระหว่างสัญญาณ UTP (RJ-45 Connector) และสัญญาณ AUI ซึ่งในโทโปโลยีแบบสตาร์ (Star Topology Network) หรือแบบจุดต่อจุด (Point-To-Point)

1.4 Fiber Optic Transceiver เชื่อมระหว่างสัญญาณสายไฟเบอร์ออปติกกับสัญญาณ AUI (ST-Connector) ใช้ในลักษณะโทโปโลยีเช่นเดียวกับ UTP Transceiver



2. Network Interface Card

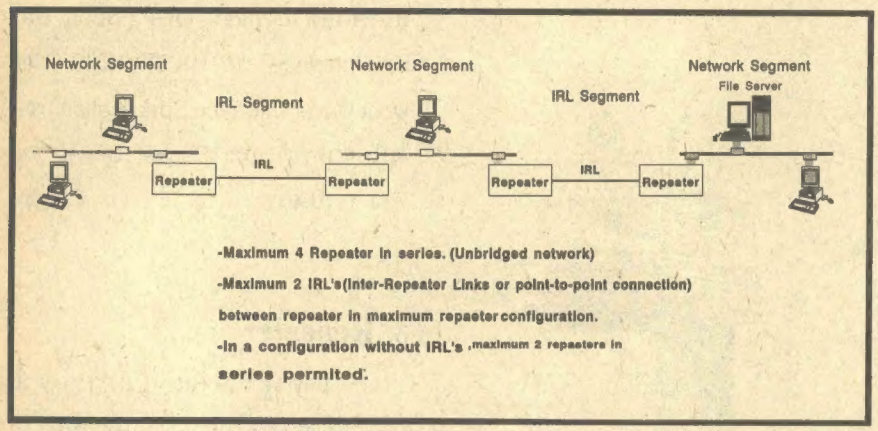
การที่จะต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ (PC, Workstration, etc.) เข้ากับระบบเครือข่ายโดยผ่านสายสัญญาณเคเบิลนั้น จำเป็นต้องมีอะแดปเตอร์การ์ดที่เปลี่ยนสัญญาณของเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณเครือข่าย นั่นก็คือ Network Interface Card (NIC) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า LAN Adapter Card ซึ่งการ์ด NIC นี้มีพอร์ตเช่นเดียวกับ Transceiver คือมีพอร์ตสำหรับต่อสาย Thin Ethernet (BNC Connector) สาย UTP (RJ45 Connector), Fiber Optic (ST Connector) และรวมทั้งพอร์ตสัญญาณ AUI ที่จะต่อเข้ากับ Transceiver อีกทีหนึ่ง

การที่จะติดตั้งการ์ด NIC นี้จำเป็นต้องมีโปรแกรมหรือที่เรียกว่าไดรเวอร์ (Driver) ช่วยให้การ์ด NIC ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งไดรเวอร์นี้มีความแตกต่างกันมากมายตามแต่ชนิดของผู้ผลิต อาทิเช่น ODI (Open Data Link Interface) ของโนเวลล์ NDIS (Network Driver Interface Specfication) ของไมโครซอฟต์ และ Packet Driver ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

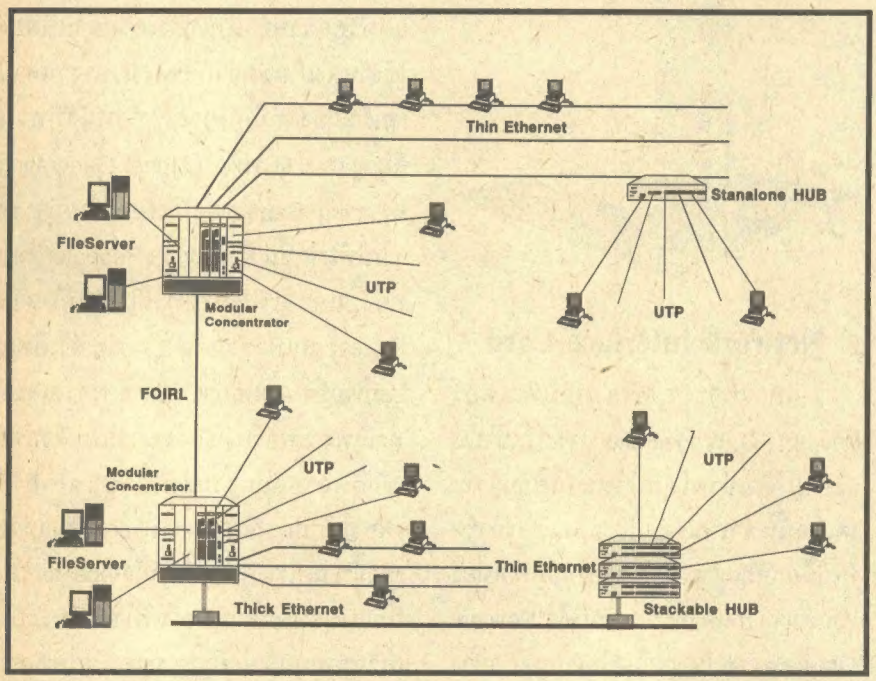
3. Repeater

มาตรฐานสายเคเบิลต่าง ๆ นั้นต่างก็มีขีดจำกัดไม่ว่าจะเป็นความยาวสูงสุดหรือจำนวนจุดที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น แต่ด้วยความจำเป็นของเครือข่ายที่ต้องใช้งานสูงเกินขีดจำกัดของมาตรฐานสายเคเบิล จึงได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทวนสัญญาณทางไฟฟ้า (Signal Generating &Timing Repeating) เพื่อขยายการใช้งานให้มากขึ้น ซึ่งเรียกว่า Repeater โดยทั่วไปแล้วจะมีพอร์ตที่ใช้เชื่อมกับสายสัญญาณเคเบิลด้วยกัน 2 พอร์ต ส่วนใหญ่จะมีพอร์ต AUI อย่างน้อย 1 พอร์ตเสมอ ทั้งนี้เพราะพอร์ต AUI สามารถจะเลือกต่อเข้ากับสายสัญญาณเคเบิลชนิดใดก็ได้เพียงใช้อุปกรณ์ Transceiver เข้ามาช่วยเท่านั้น แต่บางครั้งอุปกรณ์ Repeater เองก็มีแบบชนิดหลายพอร์ตที่ใช้เชื่อมระบบเครือข่ายบนสายสัญญาณเคเบิลได้หลายเส้นเซกเมนต์

เนื่องจากอุปกรณ์ Repeater จะทำหน้าที่ทวนสัญญาณไฟฟ้าเท่านั้น จะไม่สามารถแยกแยะออกได้ว่าสัญญาณไฟฟ้านั้นเป็นข้อมูลชนิดใดของระบบเครือข่าย ซึ่งในระบบเครือข่ายที่เป็นมาตรฐานอีเธอร์เนตนั้นจะมีข้อมูลชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Jam Packet ซึ่งเกิดจากการชนกันของข้อมูล โดยเมื่อเกิดข้อมูลชนิดนี้ก็จะทำให้ทั้งระบบเครือข่ายหยุดทำงานชั่วคราว จนกว่าข้อมูลนี้จะหายไป ดังนั้นการใช้งานอุปกรณ์ Repeater จึงมี



รูปที่ 6 IEEE 8052.3 Repeater Limit



รูปที่ 7 HUB & Concentrator Configuration

ขีดจำกัดในระดับหนึ่ง ดังนี้

1. จะไม่นิยมใช้อุปกรณ์ Repeater ชนิดหลายพอร์ตมากเกินไป เพราะเมื่อระบบเครือข่ายมีหลายเซกเมนต์หรือจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์มาก โอกาสที่จะเกิดการชนกันของข้อมูลหรือ Jam Packet ก็จะมากขึ้น

2. จำนวนเซกเมนต์ของระบบเชื่อมต่อในลักษณะอนุกรม (Series Connection) โดยมีอุปกรณ์ Repeater เป็นตัวเชื่อมได้สูงสุด 4 เครื่อง (Repeater Hop) และมี 5 เซกเมนต์ โดยที่ 2 เซกเมนต์เป็นลักษณะ IRL (Inter-Repeater Links) ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อเชื่อมอยู่ ดังรูปที่ 6

4. Hub หรือ Concentrator

ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ Repeater จะใช้กับมาตรฐานสายเคเบิลชนิด Thick และ Thin Ethernet ส่วนสายเคเบิล UTP และ Fiber Optic นั้นจะนิยมใช้ในลักษณะโทโปโลยีแบบกระจาย โดยจะมีจุดรวม (Center) แล้วกระจายสายเคเบิลออกไปในแต่ละจุด ซึ่งมองอีกมุมหนึ่งก็เป็นเสมือนอุปกรณ์ Repeater ชนิดหลายพอร์ต (Multiport Repeater) ที่ใช้กับมาตรฐานสายเคเบิล UTP หรือ Fiber Optic นั่นเอง ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยสามารถแบ่งตามขนาดของจำนวนพอร์ต UTP เช่น HUB ขนาดเล็กจะมีจำนวนพอร์ต UTP 8-12 พอร์ต และมีพอร์ตของสายเคเบิล Thin (BNC Connector) หรือพอร์ต AUI อีก 1 พอร์ต ซึ่งบางครั้งเรียก HUB ชนิดนี้ว่า Standalone HUB และเมื่อขยับจำนวนพอร์ตขึ้นไปอีกในช่วง 24-100 พอร์ต พร้อมกับพอร์ตชนิดอื่น (BNC, ST, AUI) อีก 2-10 พอร์ต จะพบใน HUB ที่เรียกว่า Stackable HUB โดยมีลักษณะพิเศษที่สามารถเพิ่มจำนวนพอร์ตได้โดยผ่านสาย External Bus ซึ่งจะไม่เพิ่มจำนวนโหนด (Repeater Hop) แก่ระบบเครือข่าย

นอกจากนี้ยังมีการออกแบบให้ HUB สามารถรองรับจำนวนพอร์ตต่าง ๆ ของสายสัญญาณเคเบิลได้เป็นจำนวนมาก (100-200 พอร์ต) ซึ่งจะมีโครงสร้างเป็นลักษณะโมดูลและเรียก HUB ชนิดนี้ว่า Modular Concentrator

เนื่องจาก Hub นั้นถูกออกแบบให้สามารถต่อเชื่อมได้หลายระบบหลายเซกเมนต์ ซึ่งเกินขีดจำกัดของ Repeater ดังนั้น Hub จึงมีการทำงานมากขึ้น เช่น

1. Automatically Segment Isolation เนื่องจาก Hub เชื่อมเครือข่ายหลายเซกเมนต์ ดังนั้นโอกาสที่จะเกิด Jam Packet จึงมีสูง ดังนั้นเพื่อป้องกันการรบ

กวนของข้อมูลนี้ไม่ให้มีผลต่อเซกเมนต์อื่น Hub จะทำการตัดการสื่อสารทางลอจิกกับเซกเมนต์ที่เกิด Jam Packet จนกว่าจะถูกทำลายจึงจะทำการสื่อสารข้อมูลอีกครั้ง ซึ่งช่วยให้ลดอัตราการหยุดทำงานของระบบเครือข่ายลง

2. Auto Reverse Polarity เนื่องจาก Hub จะใช้เชื่อมกับสายเคเบิล UTP เป็นส่วนใหญ่ และระบบสัญญาณของสายเคเบิล UTP นั้นมีลักษณะเป็นขั้วบวก ขั้วลบ (TX+, TX-, RX+, RX-) และมีโอกาสอย่างมากที่จะมีการสลับขั้วของสายเคเบิล ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้น Hub ควรสามารถที่จะทำการตรวจสอบและแก้ไขสลับขั้วให้ถูกได้

3. Data Detection คือความสามารถที่จะแยกแยะข้อมูลต่าง ๆ ในระดับ Physical Layer ได้ เช่น Sent/Receive Data, Collision Data, Auto Partition, Jabbers, Check Sequence (CRC), Short Frames (Runt Packet), Too Long Fromes (Griant Packet), และ Aligment เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบเครือข่ายแก้ปัญหาของระบบได้ในระดับหนึ่ง

5. Bridge

เมื่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการขยายอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ดังเช่น HUB และ Repeater จะไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้เนื่องจากขีดจำกัดในการทำงานของอุปกรณ์หรือลักษณะระบบเครือข่ายเองที่ไม่สามารถจะทำการขยายได้ ซึ่งพอจะสรุปเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ในการติดต่อสื่อสารกันของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละครั้ง เส้นทางที่ติดต่อกันนั้นจะต้องผ่าน HUB หรือ Repeater ได้ไม่เกิน 4 ตัว โดยที่มีสายเชื่อม HUB หรือ Repeater โดยตรง (IRL) ได้ไม่เกิน 2 ส่วน ตามข้อจำกัดดังกล่าว

2. เมื่อมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์มากขึ้น ย่อมหมายถึงมีจำนวนข้อมูลสื่อสารกันในระบบเครือข่ายมากขึ้นด้วย ทำให้โอกาสที่มีการชนกันของข้อมูล (Collition) สูง ทำให้เกิด Jam Packet มาก ยังผลให้ประสิทธิภาพของระบบต่ำลงเพราะมีการทำงานที่ช้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถจัดแบ่งสรรจำนวนข้อมูล (TRAFFIC) ของระบบได้ ซึ่งฟังก์ชัน Automatically Segment Isolation ของ HUB ช่วยได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น

3. ในการขยายระบบอาจมีการเชื่อมติดต่อกันกับสาขาต่าง ๆ ที่อยู่ห่างไกลออกไปเกินขีดจำกัดของสายสัญญาณข้อมูล เช่น สาย Thick Ethernet สามารถวางแนวสายได้ไกลเพียง 500 เมตรเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องอาศัยตัวกลางของระบบ WAN เช่น ระบบทางสายโทรศัพท์ ดาวเทียม และไมโครเวฟ (MICROWAVE) เป็นต้น ซึ่ง HUB และ Repeater ไม่มีฟังก์ชันการทำงานในด้านนี้

4. ในบางระบบอาจมีการใช้มาตรฐานของระบบข้อมูลที่ต่างกันและเชื่อมเข้าด้วยกัน เช่น อาจมีระบบอีเธอร์เนตรวมกับระบบโทเก้นริง หรือมีระบบอีเธอร์เนตเชื่อมกับระบบ FDDI เป็นต้น โดยที่ HUB และ Repeater จะไม่สามารถเชื่อมระบบเหล่านี้เข้าด้วยกันได้

5. ในระบบที่ขาดการเดินสายสัญญาณที่ดี เมื่อมีการขยายอย่างรวดเร็ว ความยุ่งยากในการดูแลรักษาโดยเฉพาะสายสัญญาณข้อมูลนั้นจะมีความยุ่งยากมาก ซึ่งอาจมีการเดินสายสัญญาณข้อมูลผิด ทำให้เกิดการวนลูป (LOOP) ของระบบและส่งผลให้เกิดปัญหาอย่างร้ายแรงได้

6. เนื่องจากฟังก์ชันหลักของ HUB และ Repeater คือทวนสัญญาณทางไฟฟ้าออกไปตามพอร์ตต่าง ๆ เท่านั้น ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในระหว่างการติดต่อสื่อสารกันของคอมพิวเตอร์เครื่องใด ๆ ก็ตามจะถูกส่งผ่านไปยังทุก ๆ ส่วนของระบบ ระบบที่มีเพียง HUB และ Repearter จึงขาดความปลอดภัยของระบบ (SECURITY)

จาก 6 ข้อหลักที่กล่าวมานั้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครือข่ายที่มีฟังก์ชันการทำงานมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 กลุ่มคือ Bridge และ Router โดยที่ Bridge ทำงานในระดับ Datalink Layer ส่วน Router มีการทำงานซับซ้อนมากขึ้นในระดับ Network Layer

BRIDGE คืออะไร ?

Brigde เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีฟังก์ชันการทำงานใน Datalink Layer ดังนั้น Bridge จึงสามารถอ่านและเข้าใจเฟรมข้อมูลในระดับ Datalink layer ได้ ต่างกับ HUB หรือ Repeater ที่ทำหน้าที่เพียงทวนสัญญาณทางไฟฟ้าในลักษณะบิต (bit) ต่อบิตเท่านั้น Bridge จะมีหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำที่ใช้ในการพิจารณาความหมายของเฟรมข้อมูลที่ส่งผ่านนั้น โดยปกติเฟรมข้อมูลใน Datalink Layer จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนหัว ส่วนข้อมูล และส่วนตรวจสอบ ในส่วนหัว (Header) ของข้อมูลจะมีค่าแสดงที่อยู่ (Address) ของเครื่องต้นทางที่ส่งข้อมูล (SA:Source Address) และเครื่องปลายทาง (DA:Destination Address) ที่ข้อมูลนั้นส่งไปถึง ดังนั้น Brigde จึงสามารถพิจารณาได้ว่าในการ

ติดต่อสื่อสารกันแต่ละครั้ง ข้อมูลควรจะถูกส่งไปที่เซกเมนต์ (Segment) ใดของระบบ

Bridge สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ Brigde ที่ใช้ขยายระบบลักษณะในพื้นที่ใกล้ ๆ กันเรียกว่า "Local Bridge" และที่ใช้เชื่อมระบบที่อยู่ห่างไกลกันที่ต้องอาศัยระบบ WAN ช่วย เรียกว่า "Remote Bridge" ดังรูปที่ 8

เนื่องจากระบบมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดใน Datalink layer เช่น ระบบอีเธอร์เนต ระบบโทเก้นริง และระบบ FDDI มีความแตกต่างกัน ดังนั้น Bridge ที่ใช้สำหรับแต่ละระบบจึงมีฟังก์ชันการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้

TB (Transparent Bridge)

หรือที่เรียกว่า Leaning Bridge เป็น Bridge ที่ใช้ในระบบมาตรฐานอีเธอร์เนตและระบบ FDDI หลักการของ TB คือ Bridge จะมีตารางข้อมูลที่เก็บค่าของที่อยู่เครื่องต่าง ๆ (MAC Address Table) Brigde จะใช้ตารางนี้พิจารณาว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดอยู่เซกเมนต์อะไรของระบบ

การสร้างตาราง MAC Addess นี้ Bridge จะอาศัยการเรียนรู้ (leaning) ค่าที่อยู่ของเครื่องต้นทาง (SA) และเครื่องปลายทาง (DA) ในเฟรมข้อมูลต่าง ๆ ที่ผ่านตัวมัน โดยที่ค่าที่อยู่ของเครื่องต้นทางจะถือว่าเครื่องที่มีค่านี้อยู่บนเซกเมนต์ด้านที่รับเฟรมข้อมูลนั้น ส่วนค่าที่อยู่ของเครื่องปลายทาง Bridge จะพิจารณาที่ตารางค่า MAC Address ว่าค่านี้อยู่ที่เซกเมนต์ใดแล้วก็จะส่งผ่านเฟรมข้อมูลออกไปเซกเมนต์นั้น แต่ถ้าค่าที่อยู่ของเครื่องปลายทางนั้นไม่มีในตาราง MAC Addess Bridge จะส่งข้อมูลออกไปทุก ๆ

ตารางที่ 1

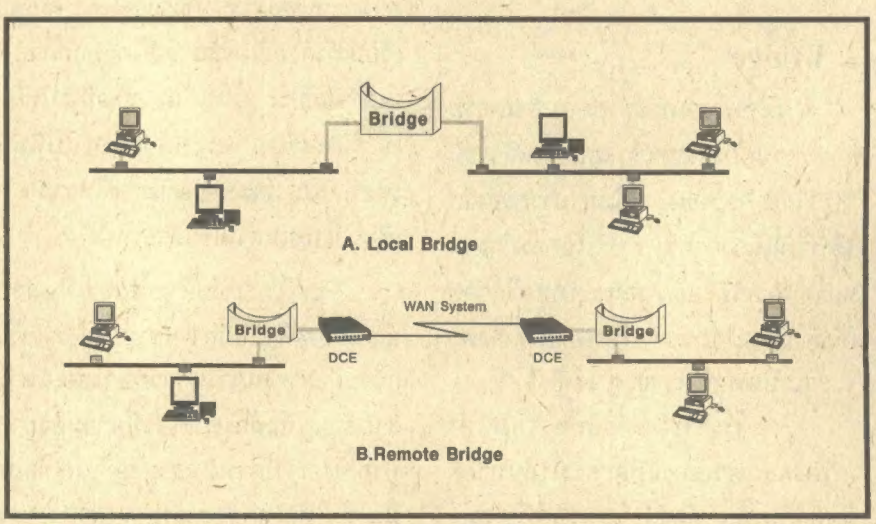
MAC ADDRESS	INTERFACE
A	1
B	1
C	2
D	3
E	3
F	4
.	.
.	.
.	.

เซกเมนต์จนกว่า Bridge จะเรียนรู้ว่าค่าที่อยู่ค่านี้อยู่เซกเมนต์ด้านใด

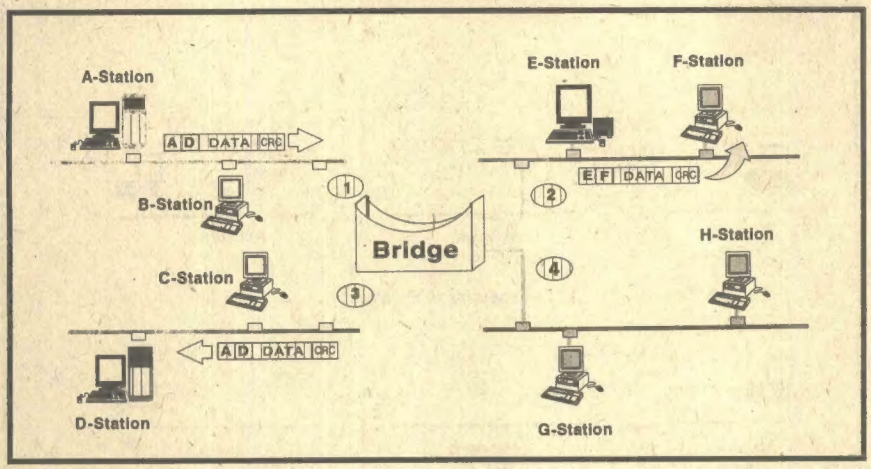
จากรูปที่ 9 เมื่อเฟรมข้อมูลจากเครื่อง A ถูกส่งผ่านเข้ามาที่เซกเมนต์ที่หนึ่ง ถ้า Bridge เช็คดู แล้วว่าค่าที่อยู่เครื่องปลายทางคือเครื่องที่ D จะส่งผ่านข้อมูลนั้นออกไปยังเซกเมนต์ที่สาม ถ้าค่าที่อยู่ของเครื่องปลายทางเป็นเครื่องที่ B ก็จะส่งข้อมูลนั้นกลับไปยังเซกเมนต์เดิม (เซกเมนต์ที่หนึ่ง)

จากการที่ TB สามารถอ่านและรู้ว่าเฟรมข้อมูลนั้นถูกส่งมาจากที่ใดและไปเซกเมนต์ไหน ทำให้สามารถช่วยลดจำนวนข้อมูลที่ไม่จำเป็นในแต่ละส่วนเซกเมนต์ของระบบได้ (Isolate intrasegmant traffic) ซึ่งโอกาสเกิด Jam Packet มีน้อยลง ทำให้ระบบเครือข่ายสามารถต่อเชื่อมคอมพิวเตอร์ได้มากขึ้น

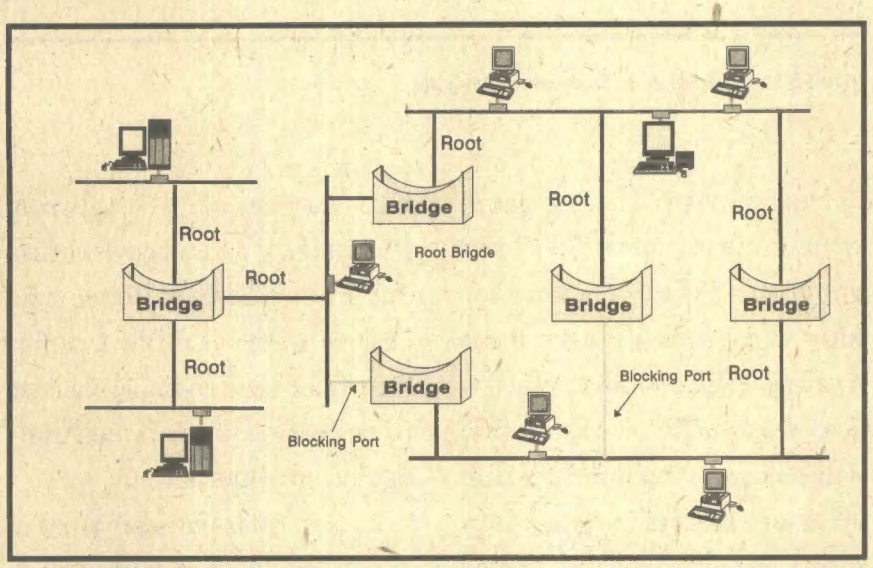
สำหรับปัญหาของระบบที่เกิดจากวนลูปของเส้นทาง Bridge จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยวิธี Spanning Tree Aigorithm ซึ่ง Bridge ทุกเครื่องจะมีการติดต่อสื่อสารกันแล้วเลือกมาเครื่องหนึ่ง (Root Bridge) ซึ่งจะทำหน้าที่เลือกเส้นทางหลัก (Root path) สำหรับการติดต่อสื่อสารของระบบซึ่งจะผ่านไปทุก ๆ ส่วนโดยไม่มีการวนลูป ส่วนเส้นทางที่ไม่ได้เลือก Bridge จะกันไม่ให้มีข้อมูลวิ่งผ่านจะใช้ก็ต่อเมื่อเส้นทางหลักใช้งานไม่ได้เท่านั้น หลังจากนั้นก็จะแจ้งไปให้ Bridge เครื่องอื่น ๆ รับทราบกัน ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มหรือลดจำนวนของ Bridge จะทำให้ระบบเครือข่ายเกิดการหยุดทำงานชั่วคราวเพื่อหา Root Bridge และ Root Path ตามลำดับ ซึ่ง Spanning Tree Algorithm นี้มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ DEC Spanning Tree และ IEEE Spanning Tree ดังรูปที่ 10



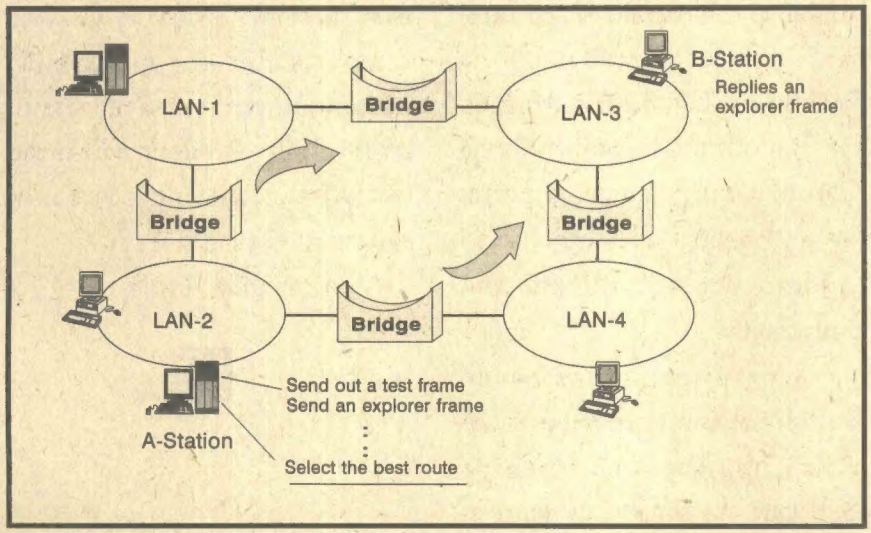
รูปที่ 8 Local & Remote Bridge



รูปที่ 9 Bridging



รูปที่ 10 Spanning Tree Algorithm



รูปที่ 11 Source Route Bridging

SRB (Source Route Bridge)

เป็น Bridge ที่ใช้กับระบบมาตรฐานโทเก้นริงของ IBM ระบบนี้ Bridge ทำหน้าที่เพียงส่งผ่านหรือกันข้อมูลเท่านั้น ส่วนการเลือกเส้นทางของการติดต่อสื่อสารข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่งจะพิจารณาเลือกเส้นทางเองก่อนที่จะมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลกันในแต่ละครั้ง เครื่องจะส่งข้อมูลที่เรียกว่า Explorer frame ออกไป เฟรมข้อมูลนี้จะถูกส่งผ่านไปยังทุก ๆ ส่วนของระบบ จนกระทั่งเครื่องปลายทางได้รับเฟรมข้อมูลและตอบรับกลับมา

เมื่อเครื่องต้นทางได้รับเฟรมข้อมูลตอบรับ (ปกติจะมีเฟรมข้อมูลตอบรับมากกว่าหนึ่งเฟรม) ก็จะพิจารณาเส้นทางต่าง ๆ ซึ่งถูกบันทึกไว้ในเฟรมนั้นโดยเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด และก็จะทำการเริ่มต้นติดต่อสื่อสารข้อมูลกันโดยที่เฟรมข้อมูลที่ส่งออกมานั้นจะมีส่วนที่เก็บรายละเอียดของเส้นทางการติดต่อสื่อสารกันที่เรียกว่า RIF (Routing Information Field) Bridge จะใช้ข้อมูลใน RIF พิจารณาว่าเฟรมข้อมูลที่ส่งมานั้นควรส่งผ่านไปยังริงวงใดต่อไป ดังรูปที่ 11

นอกจาก Bridge ที่ใช้เชื่อมเฉพาะระบบมาตรฐานนั้น ๆ แล้ว ในอันที่จริงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์บางแห่งอาจจะประกอบด้วยหลายมาตรฐาน เช่น บางระบบมีระบบอีเธอร์เนตใช้งานคู่กับระบบโทเก้นริง หรือใช้ระบบอีเธอร์เนตกับระบบ FDDI ดังนั้น Bridge ที่จะใช้เชื่อมระบบในลักษณะเช่นนี้จำเป็นต้องมีฟังก์ชันการทำงานที่พิเศษต่างจาก TB หรือ SRB ดังนี้

SRT (Source Route Transparent)

ใช้ในระบบเครือข่ายที่มีการเชื่อมระหว่างระบบอีเธอร์เนตกับโทเก้นริง ในตัว Bridge เองสามารถที่จะอ่านและเข้าใจเฟรมข้อมูลทั้งด้านที่ต่อกับอีเธอร์เนตและด้านที่ต่อโทเก้นริงได้ เฟรมข้อมูลที่ส่งผ่าน Bridge นั้นจะถูกเปลี่ยนรูปแบบของเฟรมใหม่ให้ถูกต้องกับระบบด้านที่จะส่งผ่านออกไป ดังนั้นจึงทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนอีเธอร์เนตสามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องที่อยู่บนโทเก้นริงได้ เช่น ในระบบ Netware เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนอีเธอร์เนตสามารถที่จะทำการ Login เข้าใช้ไฟล์เซอร์ฟเวอร์ที่อยู่บนโทเก้นริงได้ เป็นต้น

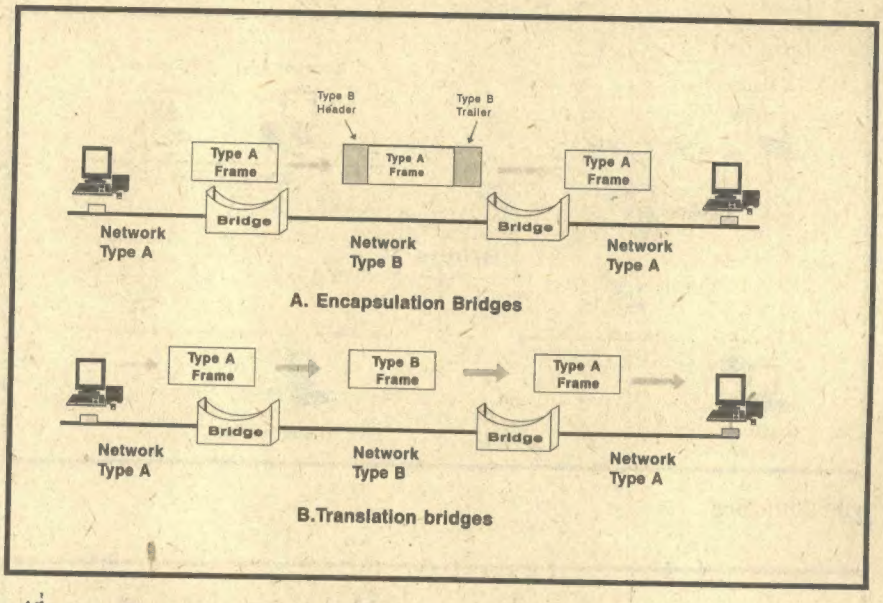
Translational Bridge

เป็น Bridge ที่ใช้สำหรับระบบเครือข่ายที่มีการใช้มาตรฐาน FDDI กับระบบอื่น เช่น FDDI กับอีเธอร์เนต เป็นต้น เมื่อมีเฟรมข้อมูลที่ถูกส่งผ่านไปยังอีกระบบ Bridge จะทำการเปลี่ยนโครงสร้างทั้งหมดของเฟรมข้อมูลจากระบบหนึ่งเป็นอีกระบบหนึ่ง

Encapsulation Bridge

ในระบบเครือข่ายผสมที่มีมาตรฐาน FDDI อยู่ด้วยนั้น นอกจากจะใช้วิธีเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทั้งหมดของเฟรมข้อมูลแล้ว ยังสามารถใช้วิธีหุ้มข้อมูลของระบบนั้นด้วยรูปแบบและมาตรฐานของ FDDI แล้วแกะส่วนที่หุ้มนั้นออกเมื่อถึง Bridge ปลายทาง

จะเห็นได้ว่า Bridge อาศัยการเรียนรู้ความหมาย MAC Address ของเฟรมข้อมูลในระดับ Datalink Layer แล้วแยกแยะเส้นทางการสื่อสารข้อมูลของระบบ ทำให้สามารถมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบได้มากขึ้นต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก Bridge ส่วนใหญ่จะพิจารณาเส้นทางของการสื่อสารข้อมูลโดยวิธีการทางซอฟต์แวร์ จึงทำให้ Bridge นี้มีจำนวนพอร์ตต่อระบบเครือข่ายหลายพอร์ตมีราคาสูงและข้อมูลที่ผ่าน Bridge นั้นจะเกิดการหน่วง (Delay) ลดความเร็วของการสื่อสารลง ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการผลิต Bridge โดยมีการทำงานในอีกลักษณะหนึ่งโดยใช้ทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นตัวพิจารณาเฟรมข้อมูล จึงทำให้ความเร็วของข้อมูลที่ผ่านมีค่าสูงเท่ากับค่าความเร็วของสายสัญญาณ (Wire Speed) จึงเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Ethernet Switch ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน



รูปที่ 12 Encapsulation & Translation Bridging

แต่สำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และสลับซับซ้อน มีการใช้ระบบมาตรฐานคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ LAN และ WAN เป็นจำนวนมาก เช่น มีทั้งระบบ TCP/IP, IPX, Decnet, X.25, Framrelay และ ATM อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกัน เป็นต้น ความยุ่งยากของระบบจะมีมากจน Bridge หรือ Ethernet Switch เองก็ไม่สามารถที่จะช่วยแก้ไขในเรื่องนี้ได้ดี ดังนั้นจึงมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Router ที่มีการทำงานสลับซับซ้อนขึ้นตามระบบเครือข่ายนั้น ๆ

แต่การที่จะอธิบายถึงการทำงานของ Router ได้อย่างชัดเจนจำเป็นต้องกล่าวถึงการทำงานเบื้องต้นของระบบมาตรฐานคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ นั้น จึงจะขอกล่าวรายละเอียดต่าง ๆ ในฉบับหน้า พร้อมกันนั้นก็จะกล่าวถึงตัวอย่างระบบเครือข่ายในปัจจุบันที่มีอุปกรณ์เครือข่ายใช้งานจริงในประเทศไทย ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจระบบเครือข่ายได้ดียิ่งขึ้น

ครับเจอกันฉบับหน้า